

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

PCT/03/00230

Helsinki 21.5.2003

REC'D 19 JUN 2003

WIPO PCT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Metso Paper Automation Oy
Tampere

Patenttihakemus nro
Patent application no

20020584

Tekemispäivä
Filing date

27.03.2002

Kansainvälinen luokka
International class

G01N

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä havainnointialueen mittakaavan määrittämiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksesta, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kalla
Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
P.O.Box 1160
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

MENETELMÄ HAVAINNOINTIALUEEN MITTAKAAVAN MÄÄRITTÄMISEKSI

Tekniikan ala

5

Keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä kuvantavaan optiseen diagnostiikkaan perustuvassa kuiturainan laadun- tai kunnonvalvonnassa, jota valvontaa sovelletaan paperirainan valmistus- tai jälkikäsittelyprosessin yhteydessä.

10

Keksinnön taustaa ja tekniikan tasoa

15

Paperin, kartongin ja myös muiden vastaavien rainamaisten materiaalien valmistus- ja jälkikäsittelyprosesseissa käytettäviä ratanopeuksia pyritään jatkuvasti kasvattamaan tuotantotehokkuuden parantamiseksi. Ratanopeuksien kasvaessa prosessien toimintaa ja tilaa joudutaan kuitenkin vastaavasti myös valvomaan aikaisempaa yksityiskohtaisemmin, jotta välttyttäisiin tuotantotehokkuutta heikentävien ratakatojen ja kuiturainan erilaisten laatuvirheiden lisääntymiseltä.

20

Optisten diagnostiikkamenetelmien käyttö on eräs varsin tehokkaaksi havaittu tapa nopeasti liikkuvan kuiturainan ja sen radan reaaliaikaiseen valvontaan. Optisten menetelmien etuina ovat mm. mahdollisuus suorittaa mittauksia kohteesta kosketuksettomasti sekä mittauksen suorittaminen nopealla aikavasteella. Tekniikan tasosta tunnetaankin useita esimerkkejä optisten menetelmien soveltamisesta rainamaisen materiaalin valmistus- tai jälkikäsittelyprosesseihin.

25

30

Nyt käsillä oleva keksintö liittyy ns. kuvantavaan optiseen diagnostiikkaan, jossa tarkasteltavasta kohteesta tallennetaan paikkaeroteltua visuaalista kuvaa tai muuta paikkaeroteltua optisesti mitattavaa tietoa. Kuvantavissa optisissa järjestelmissä käytetään nykyisin ilmaisimina tyypillisesti sähköisiä matriisi- ja viivakameroita, kuten esimerkiksi CCD-kameroita (Charged Coupled Devices).

35

Patentista US 5821990 tunnetaan periaatteellisella tasolla eräs valvontajärjestelmä, jossa valvottavan prosessin varrelle on eri kohtiin

sijoitettu mittauspositioita. Näissä mittauspositioissa mittalaitteina voidaan käyttää esimerkiksi videokameroita, ja kyseisen valvontajärjestelmä soveltuu käytettäväksi myös paperin valmistusprosessin yhteydessä.

5

Eräs esimerkki kaupallisesti tarjolla olevista erityisesti kuiturainan ja sen radan reaaliaikaiseen valvontaan soveltuvista optisista järjestelmistä ovat ns. WRM-järjestelmät (Web Runnability Monitoring). Näissä järjestelmissä voi olla jopa useita kymmeniä kamerayksiköitä järjestettynä kuvaamaan kuiturainaa ja sen käsittelyyn liittyviä kone-
 10 elimiä eri kohdissa prosessia. WRM-järjestelmien pääasiallisena tarkoituksena on ratakatkojen ja niihin liittyvien kuiturainan radan ajettavuusilmiöiden visuaalinen havainnointi ja analysointi. Analysointi suoritetaan tarkastelemalla em. tapahtumien yhteydessä radan varrelta eri
 15 kamerapositionissa tallennettuja videosekvenssejä.

WRM-järjestelmän peruseriaatetta on esitetty kuvassa 1. Kamerayksiköitä 1-N voi olla tarpeen mukaan sijoitettuna eri kohtiin kuiturainan rataa alkaen paperikoneen märästä päästä aina paperirainan kiinnir-
 20 laukseen saakka. Yksittäisinä kamerayksiköinä järjestelmässä käytetään nykyisellään tyypillisesti näkyvällä aallonpituusalueella toimivia CCD-kameroita, joiden tuottama analoginen videosignaali 10 johdetaan kuvankaappausta, tallennusta, digitaalista kuvankäsittelyä ja analyysiä varten kuvankäsittely-yksikköinä 11,12 toimiville tietokoneille. Kuva-
 25 analyysin tuloksia voidaan tarkastella valvomoon sijoitetulta käyttöliittymältä 13, ja kamerayksiköiden 1-N tuottamaan visuaalista kuvaa voidaan käsittelemättömässä muodossaan tarkastella tarvittaessa myös reaaliaikaisesti valvomoon sijoitettujen videomonitorien kautta.

30 Tyypillinen häiriötilanteen selvitys edellyttää valmistusprosessin eri vaiheista, eli eri kamerayksiköillä 1-N tallennettujen videonäytteiden tutkimista. Liikkuvan kuiturainan samaa kohtaa vastaavien, mutta eri kamerapositionissa 1-N eri aikoina tallennettujen videosekvenssien avulla voidaan selvittää mistä prosessin osasta häiriön syy on alun
 35 perin lähtöisin. Jos esimerkiksi paperikoneen kiinnirullaimella (kamerayksikkö N kuvassa 1) havaitaan rainan reunaviasta tai rainan reiästä aiheutuva katko, on ensimmäiseksi selvitettävä näkykö katkon aihe-

uttava rainan virhe jo jossakin aiemmassa vaiheessa valmistusprosessia, eli esimerkiksi kamerayksiköiden N-1,N-2 tallentamissa kuvissa. Tämän selvittämiseksi valvontajärjestelmän käyttäjän on löydettävän kiinnirullausta edeltävien kamerayksiköiden videotallenteista se vastaava rainan kohta, josta katkon aiheuttanut rainan virhe on ensimmäistä kertaa havaittavissa.

On luonnollisesti selvää, että paperiradan ajettavuushäiriöiden selvittäminen on käytännössä tehtävä mahdollisimman nopeasti, jotta häiriön aiheuttaja voidaan mahdollisimman nopeasti poistaa ja siten estää tuotannon alenema tai tuotteen laadun heikkeneminen.

Rainan pituussuuntaisesta, eli ns. konesuuntaisesta (engl. machine direction) nopeasta liikkeestä johtuen rainan virhe, joka virhe tietyllä ajanhetkellä näkyy esimerkiksi kiinnirullaimella, esiintyy prosessin edeltävissä vaiheissa, esimerkiksi puristimella muutamia sekunteja aikaisemmin. Tästä johtuen valvontajärjestelmissä, kuten WRM-järjestelmissä käytetään kamerayksiköiden 1-2 välillä ns. synkronointia, jonka avulla kunkin kameraposition tallenteesta voidaan löytää rainan pituussuunnassa aina rainan samaa aluetta vastaavat kohdat. Suomalaisessa patenttihakemuksessa 990428 käsitellään tätä rainan liikkeestä aiheutuvaa problematiikkaa ja esitetään eräs menetelmä prosessia tarkkailevilta kamerayksiköiltä saatavan kuvainformaation synkronoimiseksi konesuunnassa.

Rainan pituussuunnan lisäksi paperiradan toimintahäiriöiden paikallistamiseksi on kuitenkin erittäin tärkeää tietää rainassa esiintyvien virheiden sijainti tarkasti myös rainan poikkisuunnassa (engl. cross machine direction). Paperiradan leveyshän saattaa nykyaikaisissa paperikoneissa olla jopa 10 metrin luokkaa. Vikojen poikkisuuntaisen sijainnin määrittämistä WRM-järjestelmissä sekä vastaavissa muissakin kuvantavissa järjestelmissä vaikeuttavat kuitenkin käytännössä seuraavassa esitettävät seikat.

Kuva 2 esittää periaatteellisesti WRM-järjestelmän erään yksittäisen kamerayksikön N sijoittelua paperikoneelle katsottuna rainan 21 kulkusuunnasta käsin. Raina 21 etenee kuvassa 2 nuolen osoittamassa

suunnassa telojen 22 ja 23 välistä. Käytännössä paperikoneen rakenteesta ja kuvauspaikan olosuhteista johtuen kamerayksikkö N joudutaan tyypillisesti sijoittamaan kuvan 2 mukaisesti rainan 21 rataa nähdessä varsinaisen radan ulkopuolelle. Tällöin kamerayksikkö N suunnataan joko paperikoneen ns. käyttöpuolelta (kuvassa 2 positio 100) tai ns. hoitopuolelta (kuvassa 2 katkoviivalla esitetty positio 200) sivusta käsin kohti rainaa tai muuta tarkasteltavaa kohdetta. Tästä seurauksena kamerayksikön N rainasta 21 tai muusta kohteesta rekisteröimä kuva on perspektiivikuva, jolloin mainitun kuvan kuva-alan ja kuvassa rainan 21 poikkisuunnassa esiintyvien kohteiden tarkka paikallistaminen vaikeutuu. Toisella tavalla ilmaistuna kamerayksikön N kuvasta muodostuu perspektiivikuva, koska kuvaus tapahtuu paperiradan poikkisuuntaan nähden kuvauskuulmassa A, joka kuvauskuulma A eroaa paperiradan poikkisuunnan suhteen kohtisuorasta suunnasta C.

Kuvassa 3 on esitetty vielä kuvan 2 tilannetta paperikoneen sivusta käsin tarkasteltuna. Kuvasta 3 nähdään, että kuvaus tapahtuu rainan 21 pituussuuntaan nähden kuvauskuulmassa B, joka kuvauskuulma B myös tyypillisesti eroaa paperiradan pituussuunnan suhteen kohtisuorasta suunnasta D.

Koska paperiradan kulkusuunnassa peräkkäisissä kamerayksiköissä 1-N kamerayksiköiden em. kuvauskuulmat A,B sekä edelleen myös kamerayksiköiden 1-N muut ominaisuudet, kuten esimerkiksi niissä käytettävien optiikoiden suurennos, voivat vaihdella kuvauspositiosta toiseen, suoritetaan kuvaus eri kuvauspositioissa käytännössä eri perspektiiveistä ja eri suurennoksilla. Tämä vaikeuttaa käytännössä erittäin merkittävästi kuvantavissa mittauksissa rainan 21 tai muun kohteen poikkisuuntaisen kuva- tai havaintoalan tarkkaa määrittelyä, jolloin kuvassa esiintyvien ilmiöiden tarkka poikkisuuntainen paikka on myös sangen vaikea määrittää. Käytännössä perspektiivikuvina otettuja kuvia joudutaankin rainan poikkisuunnassa tulkitsemaan lähinnä subjektiivisesti käyttäjän oman harkinnan mukaan. Toisin sanoen käyttäjä arvioi kuvista itse kokemuksensa perusteella niissä esiintyvien ilmiöiden poikkisuuntaista paikkaa. On lisäksi selvää, että perspektiivi voi vaikeuttaa tietyissä tilanteissa kuvien tulkintaa myös konesuuntaisen mitta-kaavan osalta.

Tekniikan tasosta tunnetaan myös ns. WIS-järjestelmiä (WIS = Web Inspection System), jollaisen toimintaperiaatetta on tarkemmin selostettu esimerkiksi patenttijulkaisussa WO 01/21516. Kuvassa 4 on

5 kuvaa 2 vastaavalla tavalla periaatteellisesti esitetty WIS-järjestelmän kamerayksiköiden sijoittelua rainan 21 poikkisuunnassa.

WIS-järjestelmässä useita kamerayksiköitä 40 on kiinnitetty paperiradan yläpuolelle kamerapalkkiin 41 siten, että yksittäisen kamerayksikön 41 kuvaussuunta on olennaisesti kohtisuoraan rainaa 21 kohti. Järjestämällä vierekkäisten kamerayksiköiden 40 näkökentät osittain

10 päällekkäisiksi, voidaan WIS-järjestelmän avulla kattaa rainan 21 poikkisuuntainen leveys ilman merkittäviä havaintoalan perspektiivivirheitä, jolloin kuvissa havaittujen rainan virheiden tarkka poikkisuuntainen paikka on nyt mahdollista rekisteröidä.

15

WIS-järjestelmän ja muiden vastaavien toteutusten merkittävänä ongelmana käytännössä on kuitenkin se, että mm. radan poikkisuuntaisen kamerapalkista 41 vaatimasta tilasta johtuen järjestelmän

20 vaatima laitteisto voidaan asentaa vain tiettyihin paikkoihin paperiradan varrelle. Lisäksi itse laitteisto yhtä kuvauspositiota kohden muodostuu useista kamerayksiköistä 40 johtuen varsin kalliiksi. Muun muassa näistä syistä johtuen WIS-järjestelmän mukaisia laitteistoja asennetaankin käytännössä tyypillisesti ainoastaan yhteen kuvauspositioon

25 paperikoneen loppuosalle juuri ennen kiinnirullainta. Mainitussa kuvauspositiossa WIS-järjestelmällä saavutetaan hyvä mittaustarkkuus rainan 21 poikkisuunnassa, koska kamerayksiköiden 40 sijoituksesta johtuen kuvaus suoritetaan olennaisesti ilman perspektiivivirheitä. Lisäksi paperikoneen mainitulla loppuosalla rainan 21 kosteus on jo

30 vakiintunut, joten myöskään rainan poikkisuuntaisesta kuivatuskutistumasta ei aiheudu käytännössä ongelmia.

On selvää, että WIS-järjestelmän tyyppisten kuvausjärjestelmien käyttö on pääsääntöisesti rajoittunut pelkästään itse kuiturainan valvontaan,

35 koska laitteiston koosta ja rakenteesta johtuen sen sijoittaminen kuvaamaan radan muita kohteita on varsin vaikeaa. Paperikoneen määrässä päässä kuvauksia WIS-järjestelmän mukaisella laitteistolla,

jossa kamerayksiköt 40 sijoitetaan suhteellisen lähelle itse kuvattavaa kohdetta, vaikeuttaisivat edelleen mm. paperiradalta lentävä vesisumu ja roiskeet. Koko paperiradan yli ulottuva WIS-järjestelmän rakenne kamerapalkkeineen haittaisi myös merkittävästi paperikoneen huolto- ja kunnossapitotöitä.

Edellä esitetyistä syistä johtuen onkin tyypillistä, että samalla paperikoneella käytetäänkin yhteen kuivan päään kuvauspositioon sijoitettua WIS-järjestelmän mukaista laitteistoa itse kuiturainan ominaisuuksien mittaamiseen, ja lisäksi erillistä WRM-järjestelmää kuiturainan ja sen käsittelyyn liittyvien kone-elimien (telat, huovat) valvontaan ratakatkojen ja niihin liittyvien ilmiöiden selvittämiseksi.

Keksinnön peruseriaate ja tärkeimpiä etuja

Nyt esitettävän keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on aikaansaada uusi menetelmä havainnointialueen mittakaavan aiempaa tarkemmaksi määrittämiseksi kuvantavaan optiseen diagnostiikkaan perustuvassa kuiturainan laadun- tai kunnonvalvonnassa, jossa kuvantava mittaus suoritetaan perspektiivikuvausena.

Keksinnön erityisenä tarkoituksena on mahdollistaa kameroiden avulla mitatuissa visuaalisissa kuvissa, tai muussa kuvantavasti mitatussa paikkaerotellussa informaatioissa esiintyvän perspektiivistä aiheutuvan mittakaavavirheen kompensointi, jolloin kuvissa esiintyvien ilmiöiden tarkka sijainti erityisesti rainan poikittaissuunnassa voidaan määrittää.

Näiden tarkoitusten toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.

Keksinnön olennaisena perusajatuksena on se, että mitattaessa kohdetta, kuten kuiturainaa ja/tai sen käsittelyyn liittyviä elimiä kuvantavasti siten, että mittalaitteen kuten esimerkiksi kamerayksikön käyt-

tämä kuvaussuunta aiheuttaa tallennettavaan visuaaliseen kuvaan tai muuhun paikkaeroteltuun mittaustuloksen kuvausperspektiivistä aiheutuvan mittakaavavirheen, voidaan mainittu mittakaavavirhe korjata kalibroimalla mittalaitteen kuva- tai havainnointialue mitta-

5 laitteen käyttöönnoton, huollon tai vastaavan tapahtuman yhteydessä.

Keksinnön mukaisesti kalibrointi suoritetaan edullisesti siten, että mittalaitteen käyttöönnoton yhteydessä kuvattavan kohteen paikalle tai sen päälle mittalaitteen havainnointialueelle järjestetään kalibrointi-

10 kohteita, joiden kalibrointikohteiden väliset todelliset etäisyydet, eli niiden muodostaman mitta-asteikon dimensiot tunnetaan tarkasti. Tämän kalibrointitiedon avulla järjestelmä pystyy korjaamaan perspektiivistä aiheutuvan vääristymän myöhemmin kuvantavasti mitatusta tiedosta, ja laskemaan esimerkiksi visuaalisissa kuvissa havaittujen

15 kiinnostavien kohteiden tai ilmiöiden tarkan sijainnin erityisesti paperiradan poikittaissuunnassa. Keksinnön mukainen kuvantavasti mitatun informaation korjaus ja myöhempi analysointi suoritetaan sopivimmin digitaalisessa muodossa kuvankäsittely-yksikkönä toimivassa tietoko-

neessa tai vastaavassa.

20 Keksintö soveltuu erityisesti käytettäväksi yhdessä WRM-tyyppisten valvontajärjestelmien kanssa, joissa käytetään useita visuaalista kuvaa tuottavia kamerayksiköitä sijoitettuna eri kuvauspositioihin pitkin paperirataa radan määrästä päästä aina kiinnirullaukseen saakka. Keksintö

25 sallii kamerayksiköiden sijoittamisen sivuun ja vinottain suhteessa kuvattavaan kohteeseen siten, että kamerayksiköt voidaan sijoittaa niiden itsensä kannalta suojaisiin paikkoihin, joissa ne eivät myöskään häiritse itse paperikoneen käyttöä tai huoltoa. Keksinnön avulla kunkin kamerayksikön tallentamat kuvat voidaan saattaa erityisesti radan

30 poikittaissuuntaiselta mittakaavaltaan tarkasti toistaan vastaaviksi, vaikka kameroiden sijoittelu ja muut ominaisuudet kuvauspositiosta riippuen vaihtelevatkin.

Keksinnön eräänä merkittävänä etuna on se, että se mahdollistaa

35 WRM-järjestelmissä tai vastaavissa konesuunnassa peräkkäisten kamerayksiköiden 1-N välisen ajallisen synkronoinnin suorittamisen aikaisempaa tarkemmin ja helpommin. Keksinnön avulla mittakaa-

valtaan toisiaan vastaaviksi saatettujen eri kamerapositioden tallenteista voidaan nyt tunnistaa rainan poikkisuunnassa tietyllä kohtaa esiintyvä virhe tai muu ilmiö kuvankäsittelyn ja hahmontunnistuksen avulla automaattisesti, ja tätä tietoa voidaan edelleen käyttää hyväksi eri kamerayksiköiltä saatavan kuvainformaation synkronoimiseksi keskenään konesuunnassa.

Keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa itse liikkuvan rainan valvontaan, tai rainan käsittelyyn osallistuvien ja sen kanssa kosketuksessa olevien elinten kuten telojen, rullien ja erilaisten kudoksien (viirat, huovat) kunnonvalvontaan. Keksintö mahdollistaa kamerayksiköiden tai vastaavien aiempaa vapaamman sijoittelun ja kuvaussuunnan valinnan ilman että mittaustulosten tulkinta eri kuvausperspektiiveistä johtuen vaikeutuu.

Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa otetaan lisäksi huomioon kuiturainan kutistuminen poikittaissuunnassa rainan kosteuden vähentyessä sen kulkien paperikoneen märästä päästä kohti paperikoneen kuivempaa loppupäättä. Paperirainan poikittaista mitta-kaavaa ja kuvantavasti mitatun tiedon koordinaatistoa määritettäessä otetaan edelleen tarvittaessa huomioon rainalle mahdollisesti suoritettu reunaleikkaus ja rainan mahdollinen sivuttaissiirtymä.

Huomioimalla kuvantavasti mitatun tiedon sisältämä perspektiivistä aiheutuva mittakaavavirhe sekä tarvittaessa lisäksi kuiturainan poikittaissuuntainen kuivumiskutistuma, reunaleikkaukset ja/tai rainan sivuttaisen vaeltaminen voidaan eri kuvaus- tai mittauspositioissa kerätty tieto saattaa poikittaissuuntaiselta mittakaavaltaan tarkasti toisiaan vastaavaan muotoon. Tekniikan tasosta poiketen tämä mahdollistaa nyt myös aikaisempaa merkittävästi tehokkaamman mittaustulosten tietokoneella tapahtuvan automaattisen analysoinnin. Käyttäjän suorittaman subjektiivisen analyysin sijaan keksintö tekee mahdolliseksi käyttää automaattista hahmontunnistusta ja vastaavia kuvankäsittelytekniikoita haettaessa tietyn kuiturainan virheen tai ratakatkon aiheuttajaa peräkkäisten kamerayksiköiden kuvaamista kuvista. Tämä nopeuttaa ja helpottaa prosessihäiriöiden aiheuttajan tunnistamista, ja

mahdollistaa myös aikaisempaa luotettavamman häiriötilanteisiin liittyvän tilastollisen aineiston keräämisen.

- 5 Seuraava esimerkkien avulla suoritettava keksinnön yksityiskohtaisempi selitys havainnollistaa alan ammattimiehelle edelleen selvemmin keksinnön edullisia suoritusmuotoja sekä keksinnöllä tunnettuun teknii-
kan tasoon nähden saavutettavia etuja.

Piirustusten lyhyt kuvaus

10

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

15

kuva 1 esittää periaatteellisesti WRM-järjestelmän peruseriaatetta,

kuva 2 esittää periaatteellisesti kuvan 1 mukaisen järjestelmän erään yksittäisen kamerayksikön sijoittelua paperikoneelle tarkasteltuna rainan kulkusuunnasta käsin,

20

kuva 3 esittää kuvan 2 tilannetta tarkasteltuna paperikoneen sivusta käsin,

kuva 4 esittää kuvaa 2 vastaavalla tavalla kamerayksiköiden sijoittelua paperikoneelle WIS-järjestelmässä,

25

kuva 5 esimerkkikuva periaatteellisesti kuvien 2 ja 3 mukaisesti paperikoneen puristimen yhteyteen sijoitetulta kamerayksiköltä,

30

kuva 6 esimerkkikuva periaatteellisesti kuvien 2 ja 3 mukaisesti paperikoneen perälaatikon yhteyteen sijoitetulta kamerayksiköltä,

35

kuva 7 esimerkki painopaperikoneelta mitatusta kuiturainan tyypillisestä poikittaissuuntaisesta kutistumaprofiilista, ja

kuva 8 esimerkki paperikoneelta keksintöä käyttäen kerätystä tilastollisesta informaatiosta.

Keksinnön yksityiskohtainen selitys

5

Kuvia 1-4 on osittain selostettu jo tekniikan tason käsittelyn yhteydessä.

10

Kuviin 5 ja 6 viitaten havainnollistetaan seuraavassa vielä lyhyesti kuvaussuunnasta aiheutuvan perspektiivin vaikutusta kuvien tulkintaan.

15

Kuvassa 5 on esitetty paperikoneen puristimelta tallennettu virhetilannetta esittävä tyypillinen kuva, joka on tallennettu CCD-kamerayksiköllä. Kamerayksikön sijoittelu kyseiseen kuvauspositioon vastaa periaatteellisesti kuvissa 2 ja 3 esitettyä tilannetta, jossa kamerayksikkö on sijoitettu paperirataan ja paperikoneeseen nähden paperikoneen rungon on ulkopuolelle ja suunnattu sieltä koneeseen päin. Kuvassa 5 näkyy nuolella merkityssä kohdassa alkava ratakatko.

20

Kuvausperspektiivin aiheuttamasta suuntaisvirheestä johtuen kuvassa 5 etäisyyksien arvioiminen erityisesti paperiradan poikittaissuunnassa on erittäin vaikeaa. Tästä johtuen kuvassa näkyvän ratakatkon poikittaissuuntaisen paikan tarkka määrittäminen on myös mahdotonta.

25

Kuvassa 5 esitetyn ratakatkon syyn selvittämiseksi tulee analysoida kyseistä kuvauspositiota edeltävien kuvauspositioiden edeltävät kamerakuvat ottaen huomioon raitan liikenoikeus konesuunnassa, ts. eri kuvauspositioissa käytettävien kamerayksiköiden keskinäinen ajallinen synkronointi. Ilman tarkkaa tietoa ratakatkon poikittaissuuntaisesta paikasta tämä analysointi on tarkkuutta ja aikaa vievä prosessi, joka tekniikan tason mukaisissa järjestelmissä joudutaan suorittamaan nykyisin käyttäjän toimesta pääosin manuaalisesti.

30

35

Ongelman havainnollistamiseksi kuvassa 6 on esitetty kuva kamerayksiköltä, joka on sijoitettu kuvan 5 kuvauspositiota raitan kulkusuunnassa edeltävään kuvauspositioon paperikoneen perälaatikon jälkeen. Kuvaan 6 on nuolella merkitty paperikoneen perälaatikosta viiran päällä

kulkeutunut kuitukimppu, joka aikaansaa myöhemmin puristimella havaittavan ja kuvassa 5 esitetyn kuiturainan alkavan ratakatkon. Kuitukimppun löytämiseksi kuvaa 6 vastaavassa kuvauspositiiossa joudutaan kuvien ajallisesta synkronoinnista huolimatta käymään läpi useita peräkkäisiä kuvia, joista etsitään tietyllä radan poikkisuuntaisella kohdalla esiintyviä häiriöitä. Kuvan 6 esimerkissä ratakatkon aiheuttava syy (kuitukimppu) on varsin selkeästi havaittavissa, mikä helpottaa vian löytämistä. Usein ratakatkon tai laatuvirheen aiheuttavat häiriöt eivät kuitenkaan ole näin selkeästi havaittavissa, mikä vaikeuttaa ja hidastaa analyysin tekoa.

Virhetilanteen analysointia helpottaisi siis merkittävästi se, mikäli vian etsintä voitaisiin kohdistaa tarkasti paperiradan tietylle poikkisuuntaiselle alueelle. Analyysin nopeuttamiseksi vian etsintä tulisi myös suorittaa mahdollisimman automaattisesti esimerkiksi digitaalista kuvankäsittelyä ja hahmontunnistusta hyväksi käyttäen. Tämä vaatii kuitenkin eri kuvauspositioissa otettujen kuvien keskenään erilaisten kuvausperspektiivien huomioon ottamista, jonka ongelmaa nyt käsillä oleva keksintö ratkaisee.

Keksinnön mukaisesti kunkin kamerayksikön käyttöönoton yhteydessä kalibroidaan kyseisen kamerayksikön kuva- tai havainnointialue. Sopivimmin kalibrointi suoritetaan siten, että kun kamerayksikkö on kiinnitetty lopulliselle sijoituspaikalleen, niin kamerayksikön havainnointialueelle varsinaisen kuvauskohteen tilalle tai päälle järjestetään kalibrointikohteita, joiden kalibrointikohteiden väliset todelliset etäisyydet tunnetaan tarkasti. Näistä kalibrointikohteista otetun kalibrointikuvan avulla voidaan kamerayksikön ottamien kuvien perspektiivistä aiheutuva mittakaavavääristymä erityisesti paperiradan poikkisuunnassa korjata, jolloin kamerayksikön myöhemmin ottamissa kuvissa voidaan minkä tahansa kuvapisteen todellinen sijainti kohteessa määrittää.

Kalibrointikohteina voidaan käyttää esimerkiksi kuvausalueelle fyysisesti sijoitettavia mittanauhamaisia tai taulumaisia kohteita. Kalibrointikohteena voi toimia esimerkiksi kolmioviivain, jossa on kohteen sekä poikkisuuntaa että konesuuntaa vastaavia asteikkomerkinvetoja. Kalibrointikohteina voivat toimia myös erilaiset verkkomaiset tai ruudulliset

kohteet, joiden kuvioinnin tai vastaavien asteikkomerkkien tarkat dimensiot tunnetaan.

- 5 Kalibrintikohteina voidaan käyttää myös ei-fyysisiä, esimerkiksi laser-
säteen tai muun ns. strukturoidun valon avulla avulla kohteen pinnalle
muodostettuja valopisteitä, niistä muodostuvia pistematriiseja tai muita
asteikkomerkkeinä toimivia valaisukuvioita. Strukturoidulla valolla
tarkoitetaan tässä yhteydessä valokuvion, kuten esimerkiksi valotason,
-ristikon tai jonkin muun monimutkaisemman valokuvion projisoimista
10 kohteen pinnalle.

- 15 Kalibrintikohteen sisältämien tai muodostamien asteikkomerkkien
avulla määritetään kalibrintikuvasta kuvan vierekkäisten pikseleiden,
eli kuva-alkioiden todellisuudessa kohteessa kuvaamaa välimatkaa.
Näin erityisesti radan poikkisuunnassa voidaan selvittää kalibrinti-
kuvan pikseliresoluutio poikkisuunnan paikan funktiona ja edelleen
määrittää tämän avulla radan poikkisuunnan paikka esim. senttimet-
reinä radan toisesta reunasta lähtien. Jos kalibrinti on tarpeen tehdä
esimerkiksi kamerayksikön paikan tai asennon muuttumisen jälkeen
20 uudelleen, määrittäminen voidaan toistaa uudelleen varsin yksinkertaisesti ja
nopeasti.

- 25 Kamerayksikön kuva- tai havainnointialue on periaatteessa mahdollista
kalibroida myös mittaamalla tarkasti kamerayksikön ja kohteen eri
osien väliset etäisyydet sekä kuvauskulmat, jolloin perspektiivikorjaus
voidaan suorittaa laskennallisesti. Tämä on kuitenkin käytännössä teol-
lisuusolosuhteissa vaikeaa suorittaa riittävällä tarkkuudella.

- 30 Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa rainan poikkisuuntaista
mittakaavaa tarkennettaessa otetaan lisäksi huomioon kuiturainan
poikittaissuuntainen kuivumiskutistuma rainan kosteuden vähentyessä
sen kulkiessa paperikoneen määstä päästä kohti paperikoneen loppu-
päästä. Tämä kutistuma on tyypillisesti rainan reuna-alueilla suurempi
kuin rainan keskialueella. Kuvassa 7 on esitetty eräältä painopaperi-
koneelta mitattu kuiturainan tyypillinen poikittaissuuntainen kutistuma-
35 profiili. Tunnettaessa eri kuvauspositioita vastaavat tyypilliset rainan
kutistumaprofiilit, voidaan tämä tieto yhdistää kuvien perspektiivi-
virheen korjaukseen. Tällöin havaittaessa tietyssä kuvauspositiossa

rainan tietyllä poikittaissuuntaisella kohdalla virhe, voidaan tämän virheen tarkka poikittaissuuntainen paikka kuvissa määrittää myös muissa kuvauspositioissa.

- 5 Tietoa rainan kuivumiskutistumasta tarvitaan verrattaessa tiettyä rainan aluetta kahdessa eri kamerapositionissa, mikäli kuituraina on kutistunut näiden kahden position välillä kuivatuksesta johtuen. Tällöin on otettava huomioon, että rainan kutistuessa poikkisuunnassa tietty rainan positio liikkuu kutistumaa vastaavasti. Kun kutistuman epälineaarinen malli tunnetaan (esimerkiksi kuvassa 7 esitetty kutistumaprofiili), voidaan laskea kuinka paljon tietty rainan positio siirtyy poikkisuunnassa kutistuman vaikutuksesta. Verrattaessa märkäosan kuvaa kuivaosalta saatavaan kuvaan voidaan esimerkiksi kuivaosan kuvaa keinoitekoisesti "levittää" poikkisuunnan kutistumamallin perusteella
- 10 vastaamaan märkäosan poikkisuuntaista paikkakoordinaatistoa.
- 15

Keksinnön mukaista havainnointialueen poikkisuuntaisen mittakaavan määrittystä voidaan edelleen tarkentaa huomioimalla rainan kuivumiskutistuman lisäksi myös rainalle mahdollisesti suoritettavan reunaleikkauksen vaikutus. Tätä tarvitaan silloin, jos tarkastelun kohteena olevassa kuvauspositioissa koordinaatiston nollapiste on sidottu paperirainan jompaankumpaan reunaan. Mikäli kahden kuvausposition välillä kuiturainaa kavennetaan leikkaamalla siitä ns. reunanauha pois, täytyy tämä leikkauksen aiheuttama rainan kaventuma ottaa huomioon radan poikkisuuntaista mittakaavaa määritettäessä. Toisin sanoen jälkimmäisen kuvausposition kohdalla rainan reuna ei siis enää vastaakaan poikkisuuntaisen koordinaatiston kohtaa nolla, vaan rainan reunan paikka määräytyy poisleikatun reunanauhan leveyden perusteella.

- 20
- 25
- 30 Havainnointialueen poikkisuuntaista kohdistusta voidaan edelleen tarkentaa ottamalla huomioon myös rainan tarkka poikkisuuntainen paikka, joka voi vaihdella liikkuvan rainan aina käytännössä vaeltaessa poikkisuunnassa jonkin verran. Tyypillisesti raina vaelttaa poikkisuunnassa joitakin senttimetrejä puolelta toiselle. Tällöin tarkka poikkisuuntainen paikanmäärittäminen edellyttää, että mitta-asteikon paikka ei ole kiinteä, ts. kuvissa tietty pikseli ei edusta koko ajan rainan samaa poikkisuuntaista paikkaa, vaan koko em. mitta-astekko "vaelttaa"
- 35

poikkisuunnassa rainan mukana. Sopivimmin korjaus suoritetaan siten, että ensin kuville suoritetaan keksinnön mukainen kuvausgeometriasta johtuva perspektiivikorjaus, jonka jälkeen on käytettävissä kuva, jossa poikkisuunnan mitta-asteikko vastaa todellista mitta-asteikkoa kuvaus-

5 kohdassa. Tämän jälkeen erotetaan kuvasta kuva-analyysin avulla kuiturainan reunat, ts. määritetään poikkisuunnassa kuiturainan kuvasta peittämä alue (radan paikka). Seuraavaksi levitetään rata-alue reunaleikkaustiedon ja kutistumamallin avulla samaan koordinaatistoon sitä edeltävän kuvausposition kanssa, jonka kanssa kuvaa halutaan

10 verrata. Lopuksi kuva kohdistetaan tarvittaessa tarkasti edellisestä kuvauspositiosta peräisin olevan kuvan kanssa päällekkäin huomioimalla rainan poikkisuuntainen siirtymä, ts. rainan sivusuuntainen vael-

telu.

15 Kuivatuskutistuman huomioimista rainan poikkisuuntaisen mittakaavan määrityksessä helpottaa käytännössä se tosiseikka, että kuivatuskutistuma tapahtuu paperikoneen kuivatusosalla pääosin varsin kapealla kuiva-ainealueella. Käytännössä voidaan siis ilman suurta virhettä olettaa, että poikkisuuntainen kuivatuskutistuma tapahtuu olennaisesti

20 kokonaisuudessaan tyypillisesti kahden konesuunnassa peräkkäisen kameraposition välissä. Reunanauhan leveydet niiden leikkauskohdissa ja epälineaarinen kuivatuskutistuman profiilimalli ovat myös useimmiten valmiiksi saatavilla paperikoneen koneohjaus- ja laatusäätöjärjestelmästä, koska molempia em. tiedoista tarvitaan paperi-

25 koneen poikkisuuntaisten laatusäätöjen kohdistuksessa. Samalla tavoin on paperirainan reunan paikkaa (rataleveys) koskeva tieto saatavilla paperikoneen säätöjärjestelmästä, mikäli sitä haluta määrittää kuva-analyysin perusteella suoraan kamerakuvista. Nyt käsillä oleva keksintö mahdollistaa aikaisempaa merkittävästi tehokkaamman

30 mittaustulosten tietokoneella tapahtuvan automaattisen analysoinnin. Käyttäjän suorittaman subjektiivisen analyysin sijaan tai sen tueksi keksintö tekee mahdolliseksi käyttää automaattista hahmontunnistusta ja vastaavia kuvankäsittelytekniikoita haettaessa tietyn kuiturainan virheen tai ratakatkon aiheuttajaa peräkkäisten kamerayksiköiden

35 kuvaamista kuvista. Paperiradan poikittais-suuntaisen mittakaavan kalibroinnin ansiosta eri kamerayksiköiltä kerättävä tieto voidaan saat-
taa keskenään vertailukelpoiseen muotoon, jolloin eri kamerayksi-

köiden tallentamista kuvista voidaan helpommin hakea samaa ilmiötä sen eri vaiheissa. Koska havaitulle ilmiölle voidaan nyt määrittää sen tarkka poikkisuuntainen paikka, voidaan virhetilanteista kerättävää tietoa myös tilastoida tehokkaammin paperikoneen toiminnan valvomiseksi.

5

Keksinnön avulla on esimerkiksi mahdollista määrittää kuville suoritettavaa hahmontunnistusta käyttäen ratakatkon aikaansaavan repeämän tai reiän (kts. kuva 5) tarkka poikittaissuuntainen paikka, ja mainittua poikittaissuuntaista paikkatietoa hyväksikäyttäen etsiä edeltävien kuvauspositioiden kuvamateriaalista ko. ratakatkon varsinainen aiheuttaja (kts. kuva 6). Kun ratakatkon aiheuttaja on tunnistettu joko täysin automaattisesti tai käyttäjän avustuksella, tilastoidaan siihen liittyvä ajankohta ja vian esiintymispaikka paperiradan poikittais- ja konesuunnissa. Tilastoa voidaan käyttää arvioitaessa paperikoneen eri koneelinten kuten esimerkiksi kuivatushuopien kuntoa. Mikäli sama koneelin (eli konesuunnassa sama paikka), ja mahdollisesti edelleen vielä sama paperiradan poikittaissuuntainen kohta osoittautuu toistuvasti ratakatkon alkusyyksi, tiedetään mainitun kone-elimien vaativan joko huoltoa tai vaihdon.

20

Kuvassa 8 on esitetty esimerkki keksinnön avulla paperikoneelta kerättävästä tilastollisesta informaatiosta. Kuvassa esitettyä informaatiota on rainan konesuunnassa kerätty kahdeksassa eri kuvauspositiossa eri kohdilta prosessia. Eri kuvauspositioissa tallennettu kuvamateriaali on saatettu poikkisuuntaiselta mittakaavaltaan toisiaan vastaavaan muotoon ja kussakin kuvauspositiossa tapahtumia on automaattisen kuvankäsittelyn avulla tilastoitu poikkisuunnassa jakamalla rainan leveys 21 kappaleeseen erillisiä havainnointialueita. Kuvan 8 pystyakseli kuvaa rekisteröityjen tapahtumien lukumäärää. Kuvasta 8 on selvästi nähtävissä mihin rainan poikkisuuntaiseen alueeseen havaitut virheet kussakin kuvauspositiossa keskittyvät. Tämän tiedon perusteella alan ammattimiehelle on ilmeistä päätellä, mitkä laitteiston kone-elimet vaativat huomiota tai huoltoa.

35

On syytä korostaa, että kuvan 8 kaltaista tilastointia on käytännössä ilman nyt käsillä olevaa keksintöä mahdotonta manuaalisesti suorittaa

- muutoin kuin jakamalla raina poikkisuunnassa korkeintaan muutamaan erilliseen havaintoalueeseen. Keksinnön avulla suoritettava eri kamerayksiköiden tallentaman kuvamateriaalin mittakaavan yhtenäistäminen mahdollistaa tehokkaiden automaattisten kuvankäsittely- ja hahmontunnistusmenetelmien käytön tapahtumien tilastollisessa rekisteröinnissä. Erityisesti tilanteissa, joissa kuvista etsittävä virhe on pieni suhteessa kuvan koko havaintoalaan, voidaan tarvittaessa analyysissä käyttää hyväksi ns. ROI-periaatetta (ROI = Region of Interest). Tällöin koko kuva-alan tarkastelun sijaan tarkastelu kohdistetaan vain osalle kuva- tai havaintoalaa, esimerkiksi tietylle paperirainan poikittaissuuntaiselle leveydelle. Keksinnön avulla eri kuvauspositioissa tallennetuista kuvista voidaan nyt keksinnön avulla määrittää rainan samaa poikittaissuuntaista aluetta vastaavat kohdat, jolloin automaattisesti hahmontunnistusta hyväksi käyttäen, tai käyttäjän avustuksella tehtävä kuvien analysointi nopeutuu ja varmentuu. Digitaalisessa kuvankäsittelyssä kuvankäsittelyn nopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti se, kuinka suuria kuvakokoja joudutaan käsittelemään. ROI-periaatetta hyödynnettäessä käsiteltävät kuvat pienenevät pikselimäärältään ratkaisevasti, jolloin on mahdollista käyttää myös enemmän laskentaa vaativia ja monimutkaisempia hahmontunnistusalgoritmeja. ROI-periaatteesta on etua myös käyttäjän avustuksella tehtävässä analysoinnissa, koska tällöin käyttäjän huomio voidaan kiinnittää kokonaisuudessaan jo etukäteen rajatulle pienemmälle alueelle.
- Keksinnön avulla paperikoneen toimintaa voidaan tietyissä tilanteissa valvoa ns. kohdennettujen analyysien avulla. Tällöin yhdelle kamerayksikölle määritetään yksi tai useampi paperiradan poikittaissuunnassa rajattu alue, ja järjestelmä määrittää keksinnön mukaista menetelmää käyttäen kaikille muille kamerayksiköille automaattisesti poikittaissuunnassa vastaavan kokoiset alueet. Kalibroinnin ansiosta em. alueiden sisään jäävät kohdat ovat paperiradan poikittaissuunnassa tarkasti saman levyiset ja vastaavat paperiradan samaa poikittaista aluetta. Tämän jälkeen järjestelmä tarkkailee näillä yhdellä tai useammalla poikittaissuunnassa rajatulla alueella esiintyviä häiriöitä tai epäjatkuvuusilmiöitä, ja tallentaa vastaavat kuvat myöhempää jatkotarkastelua varten. Kohdennetuilla analyysillä saavutetaan se etu, että pienemmästä digitaalisessa muodossa tallennettavasta tietomäärästä johtuen

kuvien tallennus voidaan suorittaa joko kokonaan ilman kuvien kompressoimalla tapahtuvaa pakkausta, tai käyttämällä pienempää kompressioastetta. Tällöin tallennettava kuvamateriaali säilyy korkealaatuisena, mikä mahdollistaa tarkempien analyysimenetelmien käytön.

5

Keksinnön mukaista menetelmää käyttäen etsittävät paperiradan ilmiöt voivat olla mitä tahansa normaalitilasta eroavia ilmiöitä. Referenssinä voidaan tällöin käyttää normaalitilasta keskiarvottamalla tallennettua kuvamateriaalia. Referenssinä on edelleen mahdollista käyttää myös aikaisemmin löydettyistä virhetilanteista tallennettua kuvamateriaalia, jolloin järjestelmä voidaan kohdentaa etsimään tietyn tyyppisiä virheitä, esimerkiksi kuiturainassa esiintyviä reikiä.

10

15

Itse kuiturainan optisesti tapahtuvan valvonnan lisäksi keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa myös paperin ja/tai kartongin valmistus- ja/tai jälkikäsittelyprosesseissa käytettävien erilaisten kudosten ja telien valvonnassa.

20

Keksinnön mukaista menetelmää käyttäen pystytään paremmin havaitsemaan ja analysoimaan sellaisia nopeita ilmiöitä, joita tekniikan tason mukaisilla ja lähinnä käyttäjän toimesta kuvamateriaalia tai muuta vastaavaa paikkaeroteltua mittaustietoa subjektiivisesti analysoimalla ei nykyisin pystytä vielä kunnolla havaitsemaan. Keksinnön mahdollistama mittaustulosten tehokkaampi tilastollinen hyödyntäminen auttaa suunnittelemaan tuotantolaitteistojen huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä aikaisempaa paremmin. Näin vältetään ennakoimattomilta ja ylimääräisiltä seisokeilta.

25

30

Keksinnön eri edellä esitettyjen suoritusmuotojen yhteydessä esitettyjä toimintatapoja ja laitteiston rakenteita eri tavoin yhdistelemällä voidaan aikaansaada erilaisia keksinnön suoritusmuotoja, jotka ovat keksinnön hengen mukaisia. Tämän vuoksi edellä esitettyjä esimerkkejä ei tule tulkita keksintöä rajoittavasti, vaan keksinnön suoritusmuodot voivat vapaasti vaihdella jäljempänä patenttivaatimuksissa esitettyjen keksinnöllisten piirteiden puitteissa.

35

Vaikka edellä keksintöä on selostettu pääasiassa visuaalista kuvaa tallentavien kamerajärjestelmien yhteydessä, soveltuu keksintö käytettäväksi myös muunlaisten optisten mittausjärjestelmien yhteydessä, joissa mittausjärjestelmissä kohteesta kerätään kuvantavasti paikkaeroteltua tietoa. Siten keksintö soveltuu käytettäväksi esimerkiksi infrapuna-alueella toimivien lämpökameroiden yhteydessä. Keksintö soveltuu edelleen käytettäväksi myös muiden kuvantavien ja spektri-erotteluun perustuvien mittalaitteiden yhteydessä, joiden mittalaitteiden kuvaussuunnasta johtuen niiden tallentamaan mittaustulokseen sisältyy perspektiivistä aiheutuva havaintoalueen mittakaavan vääristymä. Tällainen mittalaite voi olla esimerkiksi ns. kuvantava spektrometri, joka käsittää esimerkiksi hilaspektrografiin tai PGP-tyyppisen spektrografiin (Prism-Grating-Prism) ja spektrografiin ulostuloon kytketyn matriisidetektorin. Kuvantavassa spektrometrissä spektrografi on järjestetty kuvaamaan pitkänomaiseen sisääntuloaukkoonsa kohdistettu valonsäteily matriisidetektorille spektrierotellusti siten, että sisääntuloaukon pituussuunnassa matriisidetektorille muodostuu paikka-akseli ja sisääntuloaukon pituussuuntaa vasten kohtisuorassa suunnassa matriisidetektorille muodostuu aallonpituusakseli. Kuvantava spektrometri mahdollistaa siis kohteen spektritiedon mittaamisen paikkaerotellusti yhdessä suunnassa. Keksinnön mukaista menetelmää käyttäen em. suunnassa esiintyvä perspektiivivirhe voidaan kompensoida.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä optiseen diagnostiikkaan perustuvassa kuiturainan (21) laadun- tai kunnonvalvonnassa, jossa tarkastelun kohteena olevaa kuiturainaa (21) ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyviä elimiä (22,23) kuten esimerkiksi viiroja, huopia, teloja tai rullia havainnoidaan ainakin yhdellä kuvantavalla optisella mittalaitteella (1-N), **tunnettu** siitä, että mainitun ainakin yhden kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueen mittakaava kalibroidaan mittalaitteen havainnointialueelle sijoitettava yhden tai useamman kalibrointikohteen avulla mainitun mittalaitteen ja sen havainnoiman kohteen (21,22,23) keskinäisestä sijainnista aiheutuvan perspektiivivirheen korjaamiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kalibrointitilanteessa mainittu yksi tai useampi kalibrointikohde järjestetään kuiturainan (21) ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyvien elimien (22,23) päälle tai tilalle kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueelle.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu yksi tai useampi kalibrointikohde muodostetaan yksittäisistä pistemäisistä kohteista, mittanauhamaaisista tai taulumaisista kohteista, ja/tai verkkomaisista tai ruudullisista rakenteista.
4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu yksi tai useampi kalibrointikohde muodostetaan kiinteästä materiaalista.
5. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu yksi tai useampi kalibrointikohde muodostetaan kohteeseen heijastetuista valopisteistä tai valaisukuvioista.
6. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitun ainakin yhden kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueen mittakaavaa kalibroidaan kuiturainan (21) poikittaissuunnassa.

7. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitun ainakin yhden kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueen mittakaavaa kalibroidaan konesuunnassa.

5 8. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että konesuunnassa peräkkäin eri mittauspositioihin sijoitetun useamman kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueiden mittakaavat järjestetään keskenään vertailukelpoisiksi.

10 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että eri mittauspositioissa huomioidaan kuiturainan (21) poikittaissuuntainen kuivumiskutistuma ja/tai kuiturainalle (21) suoritettu reunaleikkaus ja/tai kuiturainan (21) poikittaissuuntainen siirtymä.

15 10. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavana mittalaitteena (1-N) käytetään kameraa, sopivimmin näkyvän aallonpituusalueen kameraa tai infrapuna-alueella toimivaa lämpökameraa.

20 11. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 1-9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavana mittalaitteena (1-N) käytetään spektrierotteluun perustuva kuvantavaa mittalaitetta, esimerkiksi kuvantavaa spektrometriä.

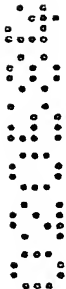
25 12. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröityä informaatiota tuotetaan olennaisesti kuiturainan (21) koko tuotantoleveydeltä tai vain osalta kuiturainan tuotantoleveyttä.

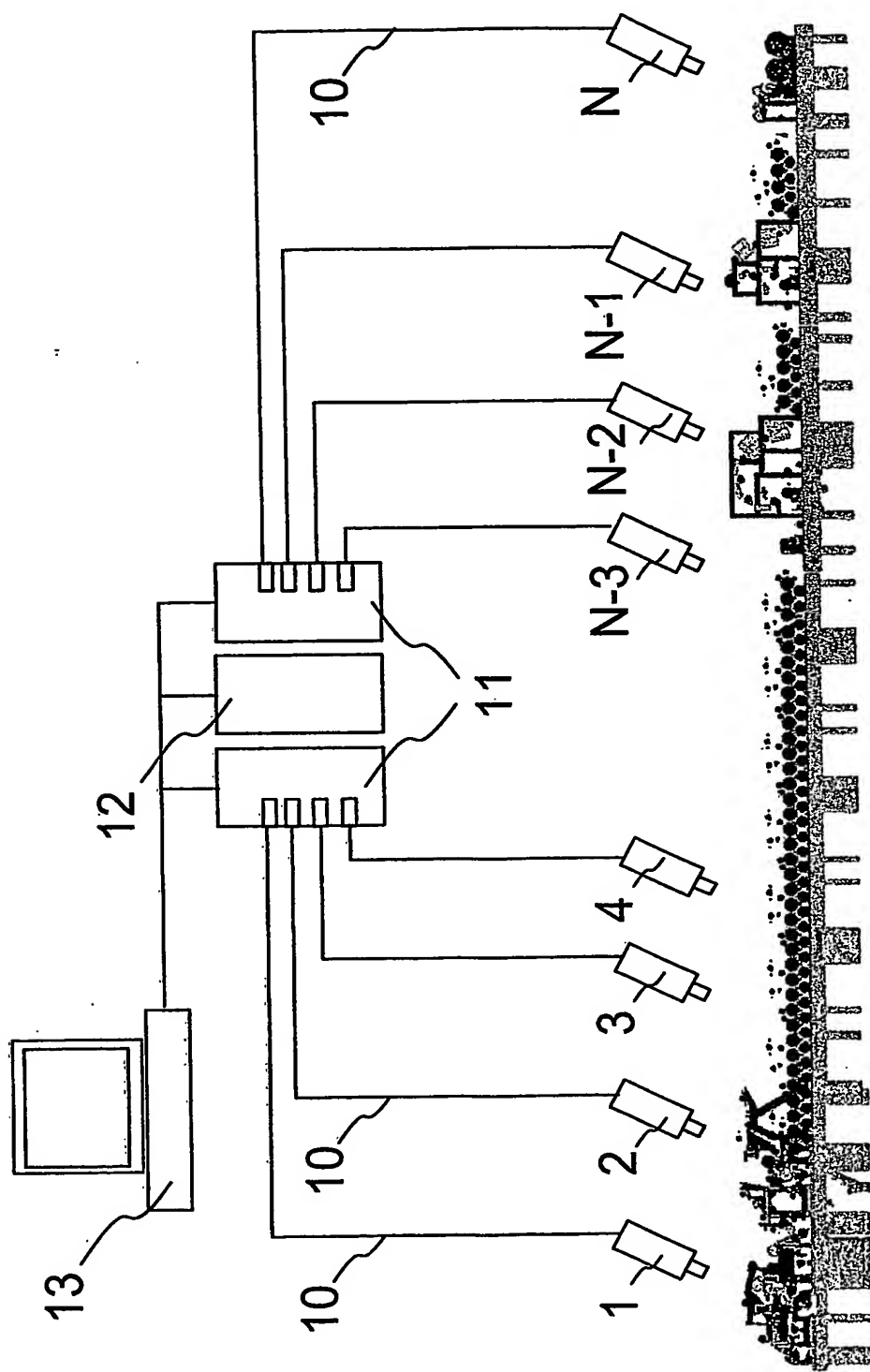
30 13. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmän avulla mittakaavaltaan kalibroituun kuvantavasti mitattuun informaatioon sovelletaan automaattista hahmon-tunnistusta ja/tai kuvankäsittelyä tarkastelun kohteena olevassa kuitu-rainassa (21) ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyvässä elimessä (22,23)
35 esiintyvän virheen tai ilmiön havaitsemiseksi.

(57) Tiivistelmä:

Keksintö kohdistuu menetelmään optiseen diagnostiikkaan perustuvassa kuiturainan (21) laadun- tai kunnonvalvonnassa, jossa tarkastelun kohteena olevaa kuiturainaa (21) ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyviä elimiä (22,23) havainnoidaan ainakin yhdellä kuvantavalla optisella mittalaitteella (1-N). Keksinnön mukaisesti mainitun ainakin yhden kuvantavan mittalaitteen (1-N) havainnointialueen mittakaava kalibroidaan mainitun mittalaitteen käyttöönoton yhteydessä mittalaitteen havainnointialueelle sijoitetun yhden tai useamman kalibrointikohteen avulla mainitun mittalaitteen ja sen havainnoiman kohteen (21,22,23) keskinäisestä sijainnista aiheutuvan perspektiivivirheen korjaamiseksi.

Fig. 2





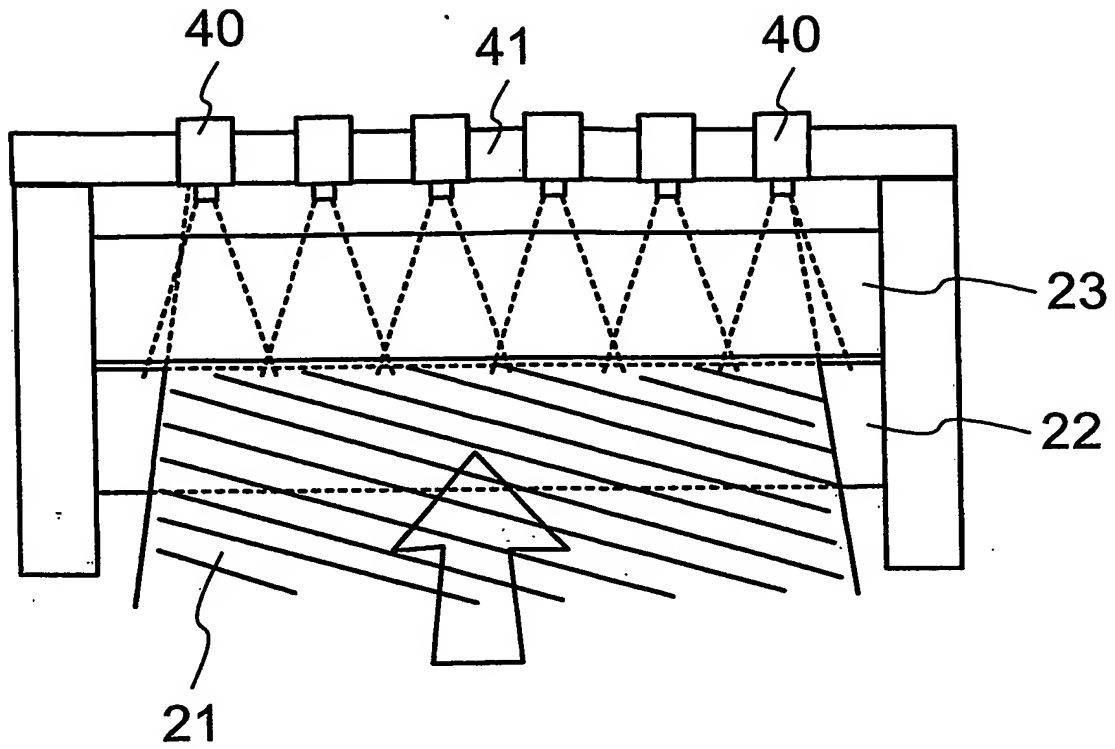


Fig. 4

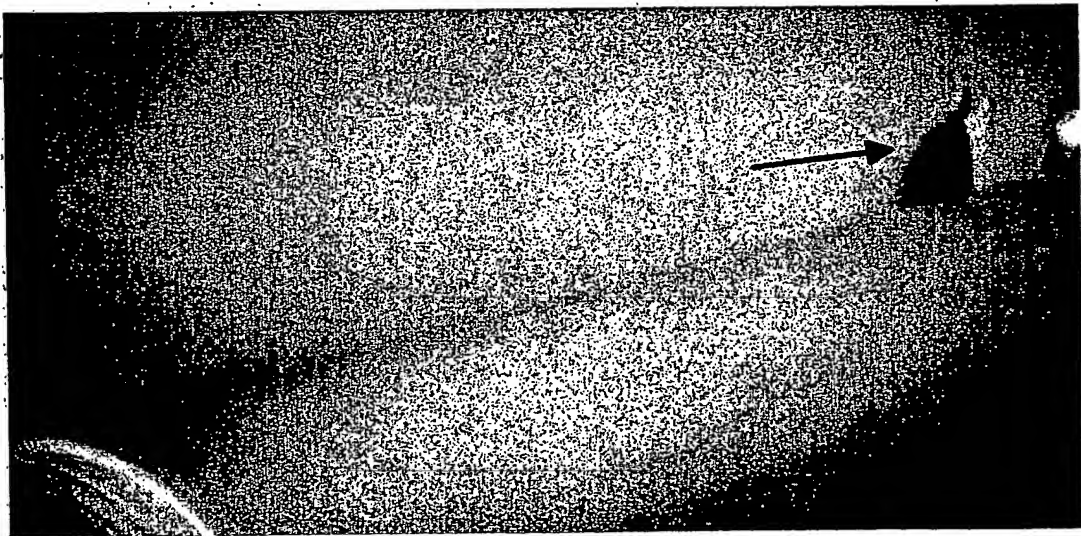


Fig. 5 BEST AVAILABLE COPY

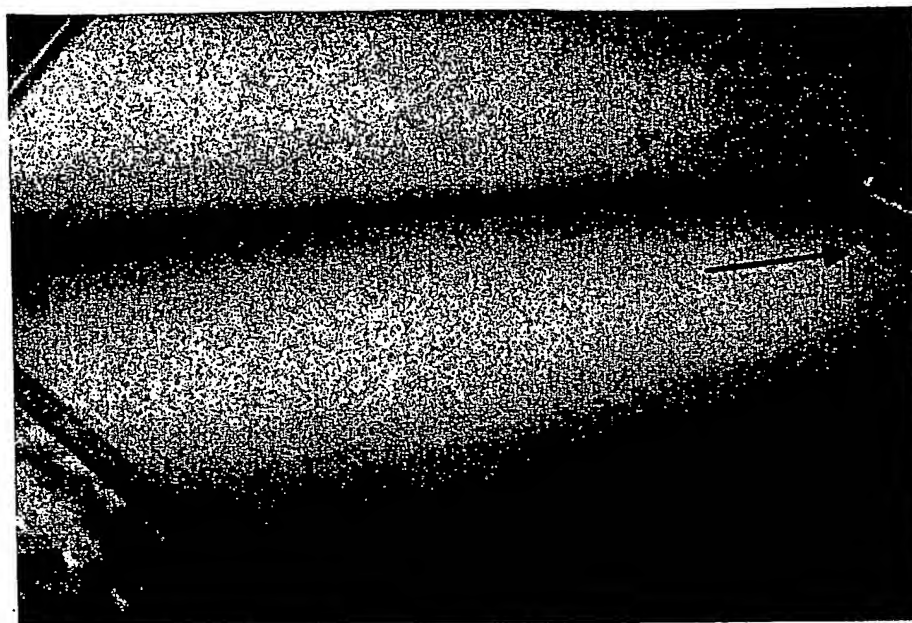


Fig. 6

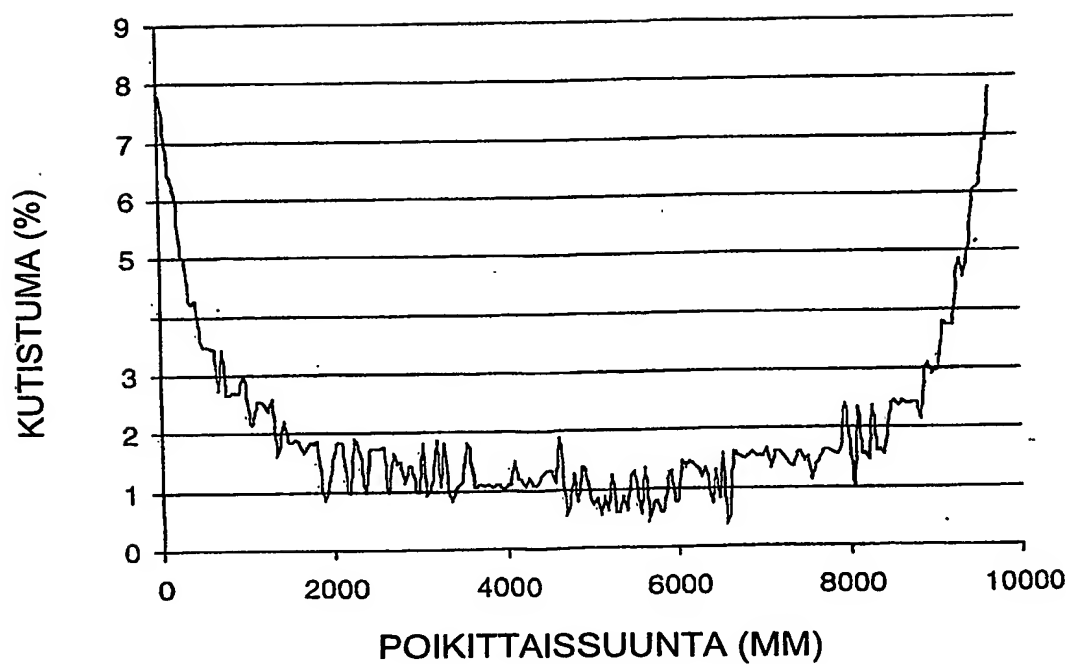


Fig. 7 BEST AVAILABLE COPY

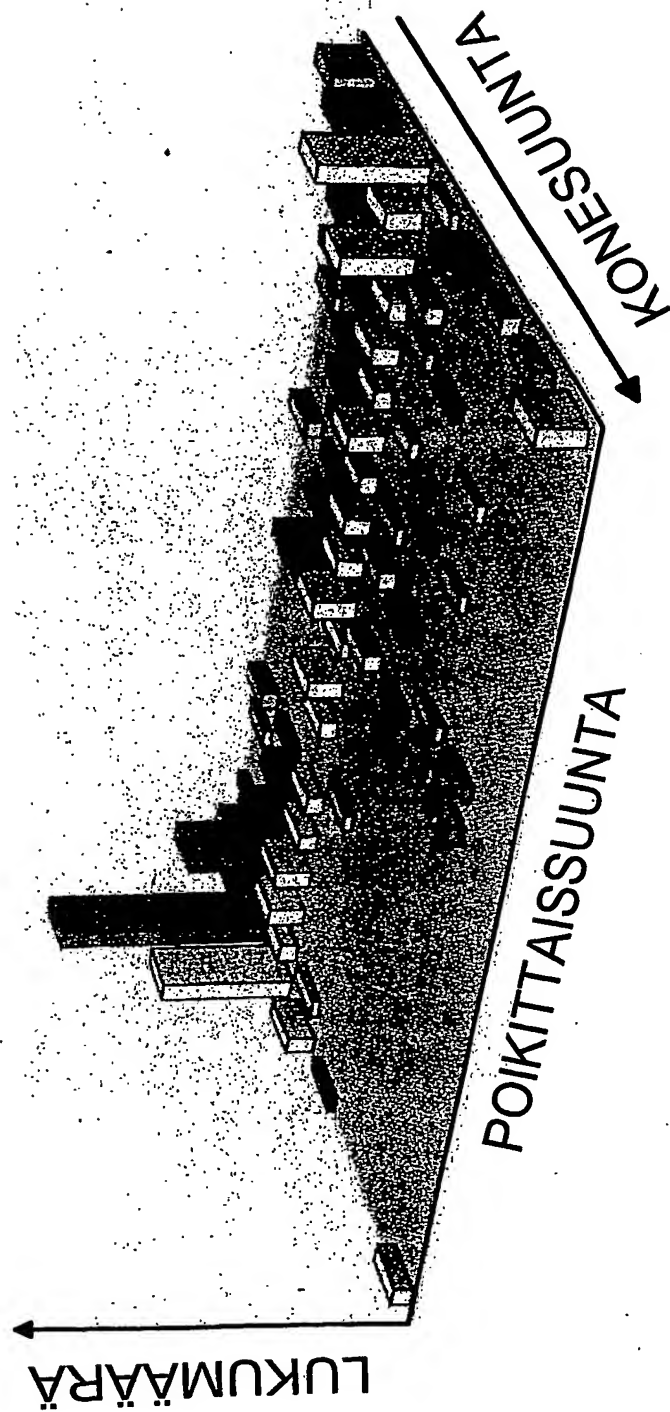


Fig. 8

BEST AVAILABLE COPY